

ANALIZA UTICAJA TEMPERATURE I OPTEREĆENJA KOMPONENATA NA POUZDANOST GENERATORA IMPULSA

Rifat Ramović

KLJUČNE REČI: Impulsni generator, pouzdanost, uticaj temperature, uticaj opterećenja, MTBF, opterećenja komponentata

SADRŽAJ: U radu je izvršena analiza uticaja temperature i opterećenja komponentata na parametre pouzdanosti impulsnih generatora kroz konkretan primer jednog generatora impulsa koji je napravljen za potrebe laboratorije.

THE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE TEMPERATURE AND LOADING OF COMPONENTS ON THE RELIABILITY OF THE PULSE GENERATOR

KEY WORDS: Pulse generator, reliability, influence of temperature, influence of loading, MTBF, component loading

ABSTRACT: The paper analyses the influence of temperature and component loading on parameters of reliability of the pulse generator by means of a concrete example of a pulse generator made for the needs of the laboratory.

1. UVOD

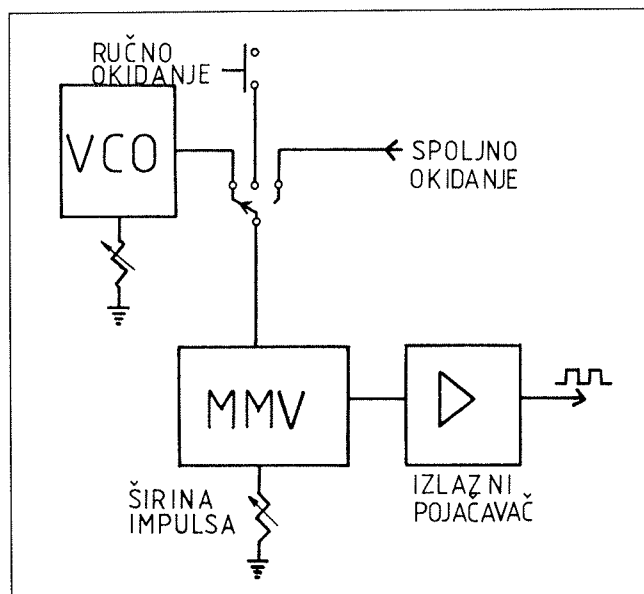
Prilikom projektovanja elektronskih uređaja neophodno je, pored ostalog, voditi računa i o zavisnosti fizičkih parametara elektronskih sastavnih delova od temperature. Ta zavisnost je jako izražena, a manifestuje se kroz promenu barijere i inverzne struje p-n spojeva, a time i kroz promenu U-I karakteristike poluprevodničkih naprava, te kroz promenu dielektrične čvrstoće, mehaničkih naprezanja i sl. elektronskih sastavnih delova. Promena radnih uslova uređaja može biti diktirana kako promenom temperature ambijenta, tako i promenom temperature komponentata izazvane disipiranom toplotom tih komponentata.

Predmet ovog rada je analiza pouzdanosti impulsnih generatora kroz konfiguraciju impulsnih generatora koja je prikazana na sl. 1. Ovakav generator napravljen je u našoj laboratoriji, a sastoji se od: naponski kontrolisanog oscilatora (VCO), monostabilnog multivibratora (MMV) i izlaznog stepena. Generator je realizovan na dve štampane ploče od vitroplasta, koje su rađene foto-postupkom i zaštićene su tankim slojem kalaja (zaštita od korozije). Uređaj je ugrađen u standardnu kutiju za profesionalnu industrijsku ugradnju tipa HKG2, proizvodnje "ISKRA".

2. PRORAČUN PARAMETARA POUZDANOSTI

Pretpostavljajući da otkaz bilo koje od komponentata povlači za sobom otkaz čitavog uređaja (redna veza elemenata pouzdanosti)⁽¹⁺⁴⁾, izvršen je proračun parametara pouzdanosti u funkciji temperature i stepena opterećenja njegovih sastavnih delova^(5, 6, 7). Dakle, pri

proračunu je usvojen metod najgoreg slučaja, a po proceduri MIL-standarda⁽⁷⁾.



Slika 1: Organizaciona blok shema impulsnog generatora

Pri proračunu intenziteta otkaza korišćeni su izrazi⁽⁷⁾:

$$\lambda_1 = \Pi Q \Pi L (C_1 \Pi T \Pi V + (C_2 + C_3) \Pi E) \cdot 10^{-6} (h^{-1}) \quad \dots (1)$$

i

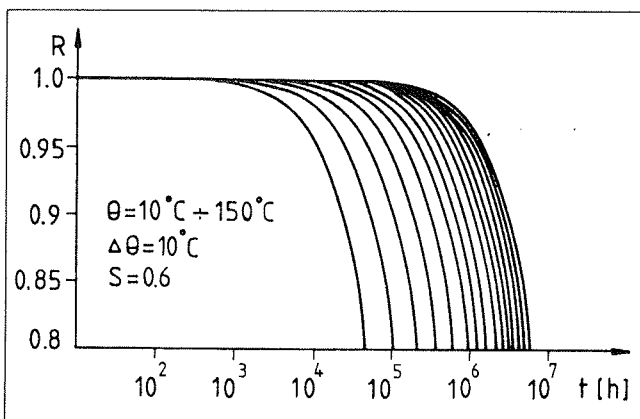
$$\lambda_2 = \lambda_b (\Pi E \Pi A \Pi Q \Pi R \Pi S_2 \Pi C) \cdot 10^{-6} (h^{-1}) \quad \dots (2)$$

Za integrisana kola i diskretne poluprovodničke komponente, respektivno, uz odgovarajuće standardne izraze⁽⁷⁾ za otpornike, kondenzatore, transformatore, štampane ploče i lemnja mesta, pri čemu su sve oznake prema -⁽⁷⁾.

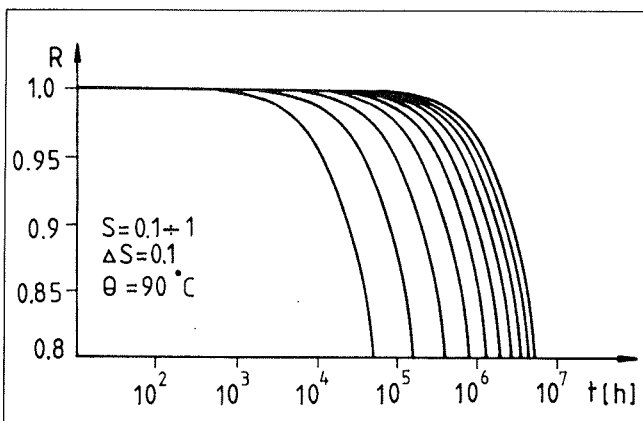
Generator impulsa za koji je izvršena detaljna analiza parametara pouzdanosti sastoji se od: 10 integrisanih kola, (tri sa oznakom 74LS390, dva sa oznakom 7805T i po jedna sa oznakom 74LS74, 74LS00, 74LS86, 74LS324, 74133 i 7905), većeg broja tranzistora tipa BSX20 i 2N22197, 2N29057, LED i običnih dioda, 22 otpornika, 4 trimmer potenciometra, dva transformatora i velikog broja kondenzatora od različitog materijala i raznih vrednosti kapacitivnosti. Shodno izrazima (1), (2) i odgovarajućim izrazima za ostale komponente, a uz vrednosti pojedinih parametara prema⁽⁷⁾ izvršen je proračun kako pojedinačnih, tako i sumarnog intenziteta otkaza za ceo uređaj.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Na osnovu izvršenih proračuna za intenzitet otkaza $\lambda(\theta, s)$, i pouzdanost $R(t, \theta, s)$, gde je θ - temperatura, s - faktor opterećenja i t - vreme, grafički su prikazane zavisnosti $R(t)$ za različite vrednosti θ i s kao parametra. Dobijani rezultati prikazani su na sl. 2 i sl. 3.



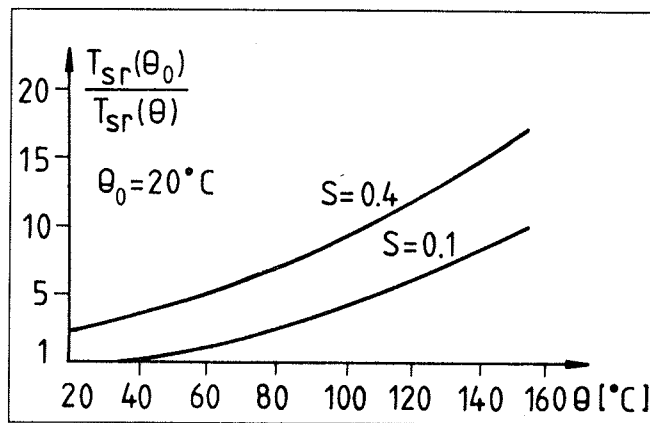
Slika 2: Zavisnost pouzdanosti generatora impulsa od vremena za različite temperature i pri opterećenju poluprovodničkih komponentata $s = 0.6$



Slika 3: Zavisnost pouzdanosti generatora impulsa od vremena i opterećenja poluprovodničkih komponentata na temperaturi $T = 90^\circ\text{C}$

Na sl. 4 data je promena srednjeg vremena rada do otkaza navedenog uređaja u funkciji temperature za dve različite vrednosti opterećenja komponentata $s = 0.1$ i $s = 0.4$.

Treba napomenuti da između teorijskih analiza i rezultata dobijenih eksploatacijom pojedinih uređaja ima iz-



Slika 4: Relativna promena srednjeg vremena rada do otkaza sa temperaturom za različita opterećenja s .

vesnih odstupanja. Ovo se pre svega odnosi na otkaze lemnih mesta čiji je broj veliki. Njihovi otkazi u teorijskoj analizi imaju veliki procenat u ukupnom broju otkaza, što je opravdano samo u fazi testiranja uređaja ili eventualno u početnom periodu rada (periodu uhadavanja) uređaja. Tako da se posle perioda uhadavanja može smatrati da je pouzdanost uređaja znatno veća od teorijski dobijene pouzdanosti.

4. ZAKLJUČAK

Dobijeni rezultati ukazuju kroz konkretan primer koliko su pogubeljni uslovi rada, na pouzdan rad uređaja. Srednje vreme rada bez otkaza je i za red veličine manje pri visokim temperaturama nego pri sobnoj. Skoro isti efekat ima i opterećenje komponentata koje su ugrađene u uređaj stim što se efekat opterećenja manifestuje na dva načina; kroz otkaz komponentata usled proboja i kroz postepeni otkaz zbog termičkih efekata koji su posledica preopterećenja. Poređenje eksperimentalno dobijenih rezultata sa izvedenom teorijskom analizom zahtevalo bi dugotrajno ispitivanje u jednoj serijskoj proizvodnji, što je ovde izostalo.

LITERATURA:

1. N. Vujanović: Teorija pouzdanosti tehničkih sistema, Beograd, 1987
2. D. P. Siewicrek: The Theory and Practres of Reliable System Design, Massachusets, 1982
3. J. K. Beljajev: Nodežnost tehničkih sistema, Moskva, 1985
4. G. Colombo: Microelectronics and Reliability, vol. 15, pp. 459 - 467, 1976
5. R. Ramović et. al.: Modelovanje toplotnih pojava i analiza temperaturnog polja u nekim mikrotalasnim strukturama, MIEL, 1987
6. R. Ramović et al.: Zbornik radova sigurnosti i pouzdanosti u tehnici, 1988
7. Military Handbook - Reliability predietran of elektronick equipment, MIL-HDBK 217D, 1982

Dr. RIFAT RAMOVIĆ, dipl. ing.
Elektrotehnički fakultet,
11000 Beograd, Bulevar revolucije 73

Prispelo: 20. 09. 1989 Sprejeto: 28.02. 1990